BEST AVAILABLE COPY

METHOD AND DEVICE FOR MEASURING A DEVICE FOR PRODUCING ELECTRICAL COMPONENTS

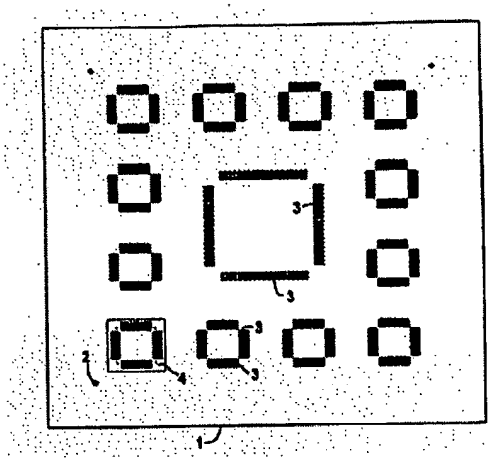
Patent number: WO9842167
Publication date: 1998-09-24
Inventor: MISCHE EKKARD (DE); HUETTNER STEFAN (DE); MUELLER WERNER (DE)
Applicant: MISCHE EKKARD (DE); HUETTNER STEFAN (DE); MUELLER WERNER (DE); SIEMENS AG (DE)
Classification:
- international: H05K3/00
- european: H05K1/02D4; H05K13/08
Application number: WO1998DE00759 19980313
Priority number(s): DE19971011480 19970319

Also published as:
WO9842167 (A3)

Cited documents:
US5537204
DE4227667
US4941255
US5237622
US4776088
more >>

Abstract of **WO9842167**

Transparent simulated components (4) are inserted into a test board (1) in an insertion machine for inserting such electrical components into printed-circuit boards at defined points. The simulated components are provided with scale-type markings (5). The test board has reference marks (3) with scales which are parallel with these scales and overlap said markings (4). The two vernier-type scales enable scale displacements to be read more clearly in the case of deviations from the ideal position.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6 :		(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/42167
H05K 3/00	A2	(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 24. September 1998 (24.09.98)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/00759

(22) Internationales Anmeldedatum: 13. März 1998 (13.03.98)

(30) Prioritätsdaten:
197 11 480.6 19. März 1997 (19.03.97) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten ausser US)*: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D–80333 München (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: HÜTTNER, Stefan [DE/DE]; Klenzestrasse 60, D–80469 München (DE). MISCHE, Ekkard [DE/DE]; Am Bahndamm 37, D–85469 Walpertskirchen (DE). MÜLLER, Werner [DE/DE]; Südstrasse 1, D–82008 Unterhaching (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: CN, JP, KR, SG, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

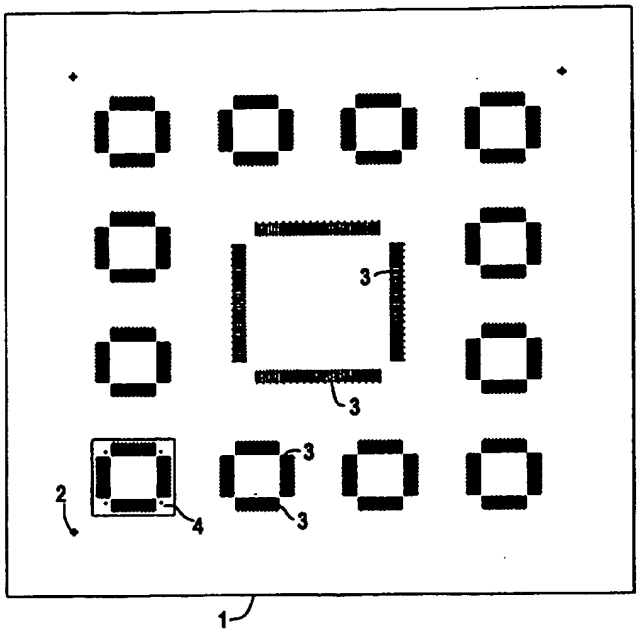
Veröffentlicht
Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR MEASURING A DEVICE FOR PRODUCING ELECTRICAL COMPONENTS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM VERMESSEN EINER EINRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG VON ELEKTRISCHEN BAUGRUPPEN

(57) Abstract

Transparent simulated components (4) are inserted into a test board (1) in an insertion machine for inserting such electrical components into printed–circuit boards at defined points. The simulated components are provided with scale–type markings (5). The test board has reference marks (3) with scales which are parallel with these scales and overlap said markings (4). The two vernier–type scales enable scale displacements to be read more clearly in the case of deviations from the ideal position.



(57) Zusammenfassung

Eine Testplatte (1) wird in einen Bestückautomaten zum Bestücken von Leiterplatten mit elektrischen Bauelementen an definierten Stellen mit transparenten Nachbildungen (4) solcher Bauelemente bestückt. Die Nachbildungen sind mit skalenartigen Markierungen (5) versehen. Die Testplatte weist zu diesen Skalen parallele Skalen von Referenzmarken (3) auf, die sich mit den Markierungen (4) überlappen. Die beiden noniusartigen Skalen ermöglichen ein genaues Ablesen der Skalenverschiebungen bei Abweichungen von der Ideallage.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	**ES**	Spanien	**LS**	Lesotho	**SI**	Slowenien
AM	Armenien	**FI**	Finnland	**LT**	Litauen	**SK**	Slowakei
AT	Österreich	**FR**	Frankreich	**LU**	Luxemburg	**SN**	Senegal
AU	Australien	**GA**	Gabun	**LV**	Lettland	**SZ**	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	**GB**	Vereinigtes Königreich	**MC**	Monaco	**TD**	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	**GE**	Georgien	**MD**	Republik Moldau	**TG**	Togo
BB	Barbados	**GH**	Ghana	**MG**	Madagaskar	**TJ**	Tadschikistan
BE	Belgien	**GN**	Guinea	**MK**	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	**TM**	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	**GR**	Griechenland			**TR**	Türkei
BG	Bulgarien	**HU**	Ungarn	**ML**	Mali	**TT**	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	**IE**	Irland	**MN**	Mongolei	**UA**	Ukraine
BR	Brasilien	**IL**	Israel	**MR**	Mauretanien	**UG**	Uganda
BY	Belarus	**IS**	Island	**MW**	Malawi	**US**	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	**IT**	Italien	**MX**	Mexiko		
CF	Zentralafrikanische Republik	**JP**	Japan	**NE**	Niger	**UZ**	Usbekistan
CG	Kongo	**KE**	Kenia	**NL**	Niederlande	**VN**	Vietnam
CH	Schweiz	**KG**	Kirgisistan	**NO**	Norwegen	**YU**	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	**KP**	Demokratische Volksrepublik Korea	**NZ**	Neuseeland	**ZW**	Zimbabwe
CM	Kamerun			**PL**	Polen		
CN	China	**KR**	Republik Korea	**PT**	Portugal		
CU	Kuba	**KZ**	Kasachstan	**RO**	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	**LC**	St. Lucia	**RU**	Russische Föderation		
DE	Deutschland	**LI**	Liechtenstein	**SD**	Sudan		
DK	Dänemark	**LK**	Sri Lanka	**SE**	Schweden		
EE	Estland	**LR**	Liberia	**SG**	Singapur		

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zum Vermessen einer Einrichtung zur Herstellung von elektrischen Baugruppen

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Vermessen einer Einrichtung zum Herstellen von elektrischen Baugruppen, insbesondere zum koordinatenmäßigen Bearbeiten und/oder Bestücken von Bauelementeträgern, wobei auf eine mit Referenzmarken versehene Testplatte mittels der Einrichtung in einem die eigentlichen Bearbeitungsschritte nachbildenden Verfahren an vorbestimmten Positionen Markierungen aufgebracht werden, deren Lage relativ zu den Referenzmarken ermittelt wird und wobei aus den ermittelten Abweichungen der Markierungen von ihrer Ideallage die Korrekturparameter für die Einrichtung errechnet werden können.

Bisher war es üblich, als Testplatte eine leiterplattenähnliche Glasplatte zu verwenden, die in ihren Eckbereichen Zentriermarken aufweist. Die mit einer doppelseitigen Klebefolie versehene Glasplatte wird in die z.B. als Bestückautomat ausgebildete Einrichtung eingelegt, worauf die Lage der Zentriermarken mittels einer ortsauflösenden Leiterplattenkamera des Bestückautomaten ermittelt wird. Sodann wird die Testplatte an relativ zu den Zentriermarken definierten Stellen mit Nachbildungen von Bauelementen bestückt.

In einem nachfolgenden Verfahrensschritt wird die bestückte Glasplatte in eine optische Meßmaschine eingelegt. Die Glasplättchen weisen definierte Markierungen auf, deren Lage relativ zu den Zentriermarken der Glasplatte in der Meßmaschine ermittelt wird. Aus den Lageabweichungen von der angestrebten Ideallage werden in den Koordinatenrichtungen und hinsichtlich der Drehlage Korrekturwerte ermittelt, die als Korrekturparameter in den Bestückautomaten eingegeben werden,

der diese Abweichungen beim späteren Bestücken von Leiterplatten mit Bauelementen berücksichtigt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Lageermittlung der Markierungen zu vereinfachen und zu beschleunigen. Diese Aufgabe wird durch die Erfindungen nach den Ansprüchen 1 und 4 gelöst.

Voraussetzung dabei ist, daß die lokalen Referenzmarken mit hoher Genauigkeit auf der Testplatte angebracht sind. Eine derartige Genauigkeit läßt sich z.B. mit Hilfe von photolitographischen Verfahren erreichen.

Die Markierungen können z.B. an auf die Testplatte aufgesetzten Testkörpern angebracht sein. Es ist aber auch möglich, andere Strukturmerkmale der Testkörper, z.B. deren Außenkanten als Markierungen zu verwenden.

Andere Markierungen können z.B. in einem drucktechnischen Verfahren direkt auf die Testplatte aufgebracht werden. Beispielsweise können nach Anspruch 5 Klebstoffpunkte auggebracht werden, deren optische Strukturmerkmale die Markierungen bilden.

Beim Bestücken von Leiterplatten mit SMD-Bausteinen ist es üblich, zuvor auf den Leiterplatten mittels einer koordinatenmäßig arbeitenden Klebeeinrichtung Klebstofflecken anzubringen, um die aufgesetzten Bausteine bei den nachfolgenden Bearbeitungsschritten sicher zu fixieren. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es möglich, auch derartige Klebeeinrichtungen zu überprüfen.

Der wesentliche Vorteil des Verfahrens besteht darin, daß nun nicht mehr die globale Lage der Nachbildungen zu den globalen Referenzmarken der Testplatte vermessen wird, sondern daß lediglich schmale Ausschnitte betrachtet und vermessen werden. Für derartige Meßvorgänge benötigt man keine hochgenaue

Meßmaschine. Die geringen Abstände zwischen den Strukturmerkmalen und den lokalen Markierungen machen es bei geringen Meßfehlern möglich, die Lageabweichungen der Nachbildungen z.B. mit Hilfe von einfachen optischen Hilfsmitteln zu bestimmen.

Ein besonderer Vorteil eines solchen Verfahrens besteht ferner darin, daß derartige Kalibriervorgänge nicht nur bei neugefertigten Maschinen, sondern auch bei bereits im Einsatz befindlichen Maschinen von Zeit zu Zeit ohne besonderen Aufwand und ohne weitere Hilfsmittel z.B. bei turnusmäßigen Wartungsmaßnahmen durchgeführt werden können. Damit lassen sich z.B. verschleiß- oder alterungsbedingte Veränderungen der Positioniervorgänge mit geringem Aufwand überprüfen und korrigieren.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Durch die Merkmale der Ansprüche 2 und 3 kann die relative Lage der Referenzmarken zu den Strukturmerkmalen der Nachbildungen in einem Zuge ermittelt werden, ohne den Sensor verfahren zu müssen. Meßungenauigkeiten sind damit nur noch von der Qualität der Sensoroptik abhängig. Alle anderen Maschineneinflüsse sind damit völlig ausgeschaltet. Der z.B. als CCD-Kamera ausgebildete Sensor ist mit einer Auswerteelektronik verbunden, in der die Relativlage der Strukturmerkmale zu den Referenzmarken errechnet wird.

Der Sensor kann z.B. Teil der Einrichtung zum Herstellen der Baugruppen und dem Werkzeug zum Aufbringen der Markierungen zugeordnet sein. Damit läßt sich das Aufbringen und Auswerten der Markierungen in einer Aufspannung durchführen, sodaß die beim Zentrieren der Meßpaltte auftretenden Ungenauigkeiten eliminiert werden. Der Sensor kann zusätzlich auch zum Zentrieren der Leiterplatten im Zuge des regulären Betriebs der Einrichtung verwendet werden.

Die Ränder der z.B. kreisförmigen Klebstoffpunkte nach Anspruch 5 lassen sich durch den Sensor deutlich unterscheiden.

Die Klebstoffolie nach Anspruch 6 ermöglicht die beliebige Wiederverwendung der die Referenzmarken enthaltenden Testplatte.

Nach Anspruch 7 sind die Markierungen und die Referenzmarken als jeweils eine Skala von Maßstrichen ausgebildet, wobei die Skalen einander so eng benachbart sind, daß sie unmittelbar miteinander verglichen werden können. Dabei sind die Maßstriche der einen Skala im Vergleich zu denen der anderen Skala mit einer unterschiedlichen Abstandsteilung von der Art eines Nonius versehen.

Die Lage der Nachbildungen kann nun in unmittelbarem Vergleich der als Markierungen bzw. Referenzmarken dienenden Skalen abgelesen werden. Durch die noniusartige Teilung lassen sich die Abweichungen von der Ideallage in feinster Abstufung mit bloßem Auge feststellen. Bei Zuhilfenahme einer Lupe ist es möglich, die Noniusteilung so zu verfeinern, daß Abweichungen von 0,01 mm erkennbar sind.

Ein derartiges Verfahren hat den Vorteil, daß zur Ermittlung der Abweichungen lediglich die Testplatte und die Nachbildungen benötigt werden. Diese Hilfsmittel können z.B. zur Standardausrüstung von Wartungspersonal gehören. Sie sind so leicht, daß sie auch ohne weiteres auf Flugreisen mitgeführt werden können. Eine solche Auswertung kann nun auch bei Benutzern durchzuführen, die keine optischen Meßmaschinen besitzen.

Durch die Erfindung kann mit geringem Aufwand zunächst festgestellt werden, ob die Bestückeinrichtung die Bauelemente noch innerhalb der zulässigen Lagetoleranzen auf die Leiterplatten aufsetzt. Sind die gemessenen Abweichungen größer als

zulässig, so können aus den Meßwerten z.B. mit Hilfe eines Auswerteprogramms die Korrekturparameter für den Bestückautomaten berechnet werden. Ein solches Programmmodul kann z.B. in einem Steuergerät der Bestückeinrichtung enthalten sein und die ermittelten Korrekturwerte unmittelbar der Maschinensteuerung übergeben.

Bei der Weiterbildung nach Anspruch 8 befinden sich die Markierungen und die Referenzmarken in einer Ebene, so daß Parallaxefehler vermieden werden.

Durch die Weiterbildung nach Anspruch 9 ist es möglich, die Abweichungen in beiden Koordinatenrichtungen festzustellen.

Durch die Anordnung von zwei einander gegenüberliegenden Skalenpaaren nach Anspruch 10 bei einer Nachbildung ist es möglich, auch die Winkellage der Nachbildungen zu ermitteln und einen entsprechend Korrekturparameter zu berechnen.

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispieles näher erläutert.

Figur 1 zeigt eine Draufsicht auf eine Testplatte, die mit einer als Glasplättchen ausgebildeten Nachbildung eines Bauelementes bestückt ist,
Figur 2 einen vergrößerten Teil der Nachbildung nach Figur 1,
Figur 3 einen vergrößerten Ausschnitt aus der Testplatte nach Figur 1 mit der Nachbildung nach Figur 2.
Figur 4 eine andere Testplatte mit aufgebrachten Klebstoffpunkten

Nach den Figuren 1, 2 und 3 ist eine als Glasplatte ausgebildete Testplatte 1 in ihren Eckbereichen mit Zentriermarken 2 versehen. Die Testplatte weist ferner Referenzmarken 3 auf, die entlang von definierten Aufsetzstellen für Nachbildungen 4 von elektronischen Bauelementen angeordnet sind.

Die leiterplattenartige Testplatte wird in einem Bestückautomaten zum Bestücken von Leiterplatten mit den Nachbildungen 4 bestückt. Dabei wird zunächst die Lage der Zentriermarken 2 mit Hilfe einer Leiterplattenkamera genau ermittelt. Die Lagekoordinaten der Nachbildungen bestimmen sich dabei an der Position der Zentriermarken. Die Referenzmarken 3 und die Zentriermarken 2 sind gemeinsam in einem photolitographischen Verfahren von hoher Genauigkeit aufgebracht.

Die als Glasplättchen ausgebildeten Nachbildungen 4 weisen an ihrer der Testplatte 1 zugewandten Unterseite als lineare Skalen von Maßstrichen ausgebildete Markierungen 5 auf. Die Referenzmarken 3 sind ebenfalls als lineare Skalen ausgebildet, wobei jeder Skala der Markierungen 5 eine zu dieser parallele, eng benachbarte Skala der Referenzmarken 3 überlappend zugeordnet ist.

Die Abstandsteilungen der Markierungen 5 und der Referenzmarken 3 sind geringfügig unterschiedlich und bilden einen Nonius, mit dessen Hilfe gegenseitige Skalenverschiebungen genau abgelesen werden können. Die Referenzmarken 3 der Testplatte 1 markieren die Ideallage der Nachbildungen. Abweichungen von dieser Ideallage können durch Vergleich der Noniusskalen mit hinreichender Genauigkeit festgestellt werden.

Durch die Anordnung von zusätzlichen Skalen in senkrechter Koordinatenrichtung lassen sich die Lageabweichungen der Nachbildungen 4 in beiden Koordinatenrichtungen ermitteln. Die Skalen sind entlang aller vier Randbereiche der quadratischen Nachbildungen 4 angeordnet. Dadurch ist es möglich, auch Abweichungen in der Winkellage der Nachbildungen 4 zu ermitteln.

Die Nachbildungen 4 sind in einer umlaufenden Anordnung auf die Testplatte 1 aufsetzbar. Aus den Lageabweichungen aller aufgesetzten Nachbildungen 4 sind Korrekturparameter bere-

chenbar, die der Steuereinrichtung des Bestückautomaten übermittelt werden können und die die systematischen Abweichungen beim Bestücken der Leiterplatten mit elektrischen Bauelementen berücksichtigen.

Die Testplatte 1 weist in ihrem zentralen Bereich vergrößerte Skalen in quadratischer Anordnung auf. Diese symbolisieren die Anschlußbeinchen von großen Bauelementen, wie z.B. hochpoligen IC's mit an allen vier Seiten umlaufend abstehenden Anschlußbeinchen. Derartige IC's müssen mit hoher Genauigkeit bestückt werden. Eine Nachbildung eines solchen IC weist entsprechende skalierte Markierungen auf, die den Skalen der Referenzmarken in ähnlicher Weise zugeordnet werden können, wie dies bei den äußeren Nachbildungen 4 der Fall ist. Aufgrund der Länge der inneren Skalen können hier sehr geringe Lageabweichungen abgelesen werden. Es ist möglich, den Ablesevorgang mit Hilfe einer Lupe zu erleichtern und zu verbessern.

Nach Figur 4 sind auf eine andere Testplatte 1 gleichmäßig verteilte Klebstoffpunkte 6 durch eine koordinatenmäßig arbeitendende Klebeeinrichtung aufgebracht. Die lokalen Referenzmarken 3 sind hier als Fadenkreuze ausgebildet, die in unmittelbarer Nähe der einzelnen Klebstoffpunkte 6 auf der Testplatte 1 angeordnet sind. Die Markierungen 5 sind durch die Ränder der kreisförmigen Klebstoffpunkte gebildet.

Ein verfahrbarer ortsauflösender Sensor weist ein Sensorfeld 7 auf, das gleichzeitig einen der Klebstoffpunkte 6 und eine der Referenzmarken 3 erfaßt. Der Sensor ist mit einer Bildauswertevorrichtung verbunden. Dadurch ist es möglich, die relative Lage des Klebstoffpunktes 6 zur zugehörigen lokalen Referenzmarke 3 in einem Zuge zu ermitteln, ohne daß der Sensor bewegt werden muß. Durch sukzessives Verfahren des Sensors zu allen Klebstoffpunkten werden alle Abweichungen zügig vermessen, aus denen sich Korrekturparameter für die Klebeeinrichtung errechnen lassen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Vermessen einer Einrichtung zum Herstellen von elektrischen Baugruppen, insbesondere zum koordinatenmäßigen Bearbeiten und/oder Bestücken von Bauelementeträgern, wobei auf eine mit Referenzmarken (3) versehene Testplatte (1) mittels der Einrichtung
in einem die eigentlichen Bearbeitungsschritte nachbildenden Verfahren an vorbestimmten Positionen Markierungen (5) aufgebracht werden, deren Lage relativ zu den Referenzmarken (3) ermittelt wird und
wobei aus den Abweichungen der Markierungen (5) von ihrer Ideallage Korrekturparameter für die Einrichtung ermittelt werden können,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Referenzmarken (3) in unmittelbarer Nähe der vorbestimmten Positionen lokal auf der Testplatte (1) angeordnet werden und
daß die Lage der einzelnen Markierungen (5) zu den ihnen jeweils zugeordneten lokalen Referenzmarken (3) ermittelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Lage der Markierungen (5) durch einen optischen Sensors ermittelt wird, der der Einrichtung zur Bearbeitung der Bauelementeträger zugeordnet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß ein Sensorfeld (7) des ortsauflösenden Sensors eine Weite aufweist, die eine gleichzeitiges Betrachten einer der lokalen Referenzmarken (3) und der zugehörigen Markierungen (5) ermöglicht,
daß der Sensor sukzessive über die einzelnen Markierungen (5) und Referenzmarken (3) verfahren wird und

daß die Lage der einzelnen Markierungen (5) relativ zur zugehörigen lokalen Referenzmarke (3) mittels eines Bildauswerteverfahrens bestimmt wird.

4. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zum Vermessen einer Einrichtung zum Herstellen von elektrischen Baugruppen nach Anspruch 1, 2 oder 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Referenzmarken (3) in unmittelbarer Nähe der vorbestimmten Positionen lokal auf der Testplatte (1) derart angeordnet sind, daß die Lage der einzelnen Markierungen (5) zu den ihnen jeweils zugeordneten lokalen Referenzmarken (3) ermittelbar ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Einrichtung als Einrichtung zum Aufbringen von Klebstoff ausgebildet ist und
daß mittels der Einrichtung auf die Testplatte (1) definierte Klebstoffpunkte (6) aufbringbar sind, deren Ränder die bildlich auszuwertenden Markierungen (5) bilden.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Referenzmarken (3) unmittelbar auf der Testplatte (1) angebracht sind und
daß die Testplatte (1) mit einer abziehbaren transparenten Klebefolie überzogen ist, auf die die Klebstoffpunkte (6) aufbringbar sind.

7. Vorrichtung nach Anspruch 4, wobei die Einrichtung als Einrichtung zum Bestücken der Bauelementeträger mit Bauelementen ausgebildet ist, und
wobei die Markierungen an Nachbildungen (4) solcher Bauelemente angebracht sind, die mittels der Einrichtung an den vorgesehenen Positionen auf die Testplatte (1) aufsetzbar sind.

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Referenzmarken (3) lokal an den Positionen der Nachbildungen (4) in unmittelbarer Nähe der Markierungen (5) der aufgesetzten Nachbildungen (4) angeordnet sind und
daß die Referenzmarken (3) und die Markierungen (5) als einander paarweise eng benachbarte noniusartige Skalen von Maßstrichen ausgebildet sind.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Nachbildungen (4) aus Glas bestehen und
daß die Markierungen (5) auf der der Testplatte (1) zugewandten Seite angebracht sind.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß pro Nachbildung (4) zumindest ein weiteres Paar von Skalen vorgesehen ist, deren Reihenrichtung sich senkrecht zur Reihenrichtung des anderen Skalenpaares erstreckt.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Skalen in den Randbereichen der Nachbildungen (4) angeordnet sind und
daß zwei zueinander parallele Skalenpaare in einander gegenüberliegenden Randbereichen angeordnet sind.

FIG 1

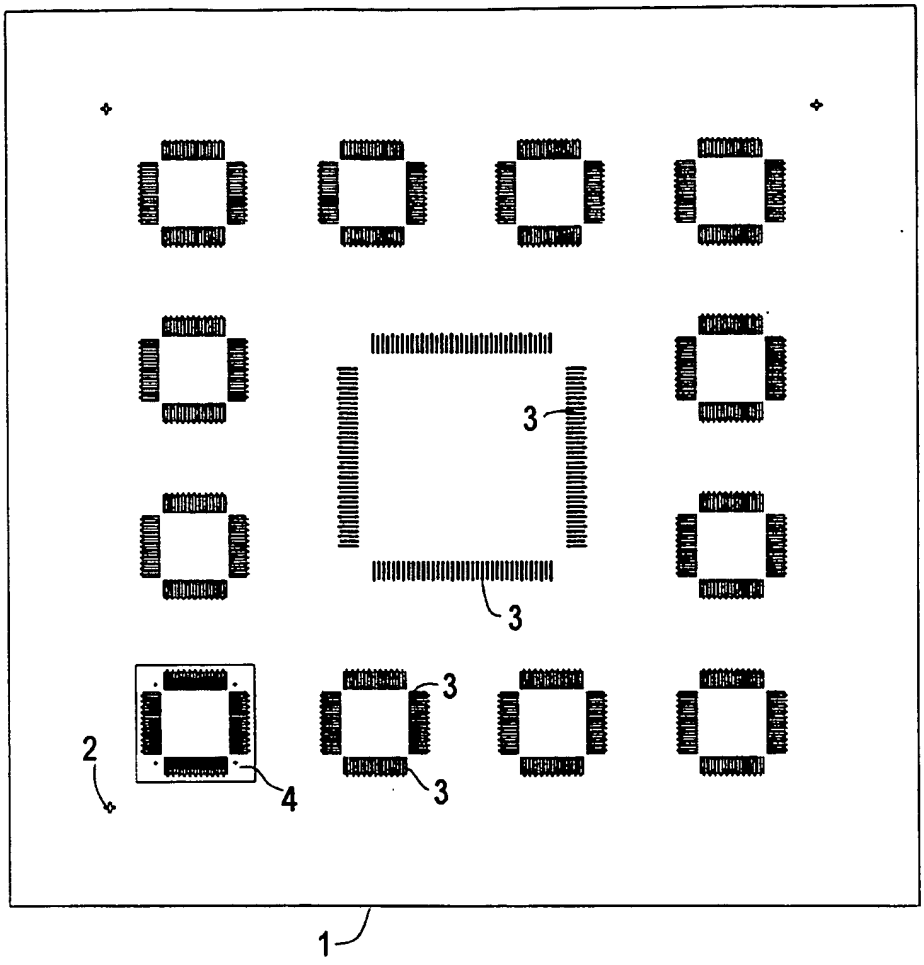


FIG 2

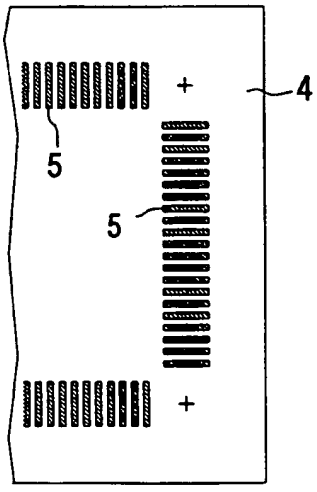


FIG 3

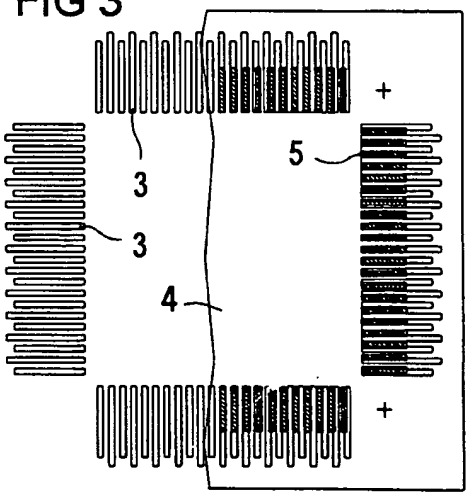


FIG 4

